



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**MANEJO DE LA FERTILIZACION ORGANICA E INORGANICA EN  
EL CULTIVO DEL CAFÉ (*Coffea arabica* L.), EN DOS AÑOS  
CONSECUTIVOS (1998/1999).**

**AUTORES :           BR. FRANCISCO JOSE ZELAYA URBINA  
                          BR. CRISTIAN ELEAZAR SOTELO FITTORA**

**ASESORES :           ING. AGR. MSc. FRANCISCO SALMERON  
                          ING. AGR. MSc. ISABEL CHAVARRIA**

**MANAGUA, NICARAGUA 2000**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**MANEJO DE LA FERTILIZACION ORGANICA E INORGANICA EN  
EL CULTIVO DEL CAFÉ (*Coffea arabica* L.), EN DOS AÑOS  
CONSECUTIVOS (1998/1999).**

**AUTORES :           BR. FRANCISCO JOSE ZELAYA URBINA  
                          BR. CRISTIAN ELEAZAR SOTELO FITTORA**

**ASESORES :           ING. AGR. MSc. FRANCISCO SALMERON  
                          ING. AGR. MSc. ISABEL CHAVARRIA**

**PRESENTADO A LA CONSIDERACION DEL HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO AGRONOMO CON  
ORIENTACION EN FITOTECNIA**

**MANAGUA, NICARAGUA 2000**

## **DEDICATORIA**

Doy gracias a Dios por ayudarme a terminar mi carrera de Ingeniero Agrónomo lo que yo tanto anhelé en mi vida, reconozco que con gran sacrificio cumplí con esta meta establecida y solo con el Amor de Dios y su Sabiduría pude alcanzar este triunfo, que se lo dedico de manera muy sincera y de corazón a mis padres, Soledad Urbina y Pantaleón Zelaya que con gran sacrificio me dieron su amor y los ánimos necesarios para que cumpliera con lo que me había propuesto.

A todos mis hermanos, en especial a los que me ayudaron en mi vida de estudiante y me ayudaron a ser el hombre que soy.

A mi esposa Darling Ordeñana la mujer que me dio un trozo de su vida para completar el amor que me hacia falta.

A mi hija Vilma Soledad que es la luz de mi vida.

Doy gracias a Dios por haberme dado la idea de ponerle a mi negocio el nombre de mi hija, que significa:

VISOL Vilma Soledad

VISOL visión al futuro.

A mis amigos que de una o otra manera me ayudaron a terminar mi carrera.

Francisco José Zelaya Urbina

## **DEDICATORIA**

**Dedico este trabajo a Nuestro Señor Dios Todopoderoso, que me ha brindado su compañía en todos los momentos difíciles de mi existencia, sin su bendición nada es posible en nuestras vidas.**

**A mis queridos padres, Hernán Sotelo Matus y Mayling Fittoria Quintanilla por darme su Amor sincero que me ha servido de ejemplo para superarme cada día más.**

**A todas aquellas personas que de alguna forma se preocuparon por mi trabajo y que de manera sincera y cariñosa me brindaron su apoyo.**

**Cristian Eleazar Sotelo Fittoria**



## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios Nuestro Señor por estar con nosotros en todos los momentos de nuestras vidas.

Agradecemos de manera especial a nuestros asesores por su ayuda incondicional ya que siempre estuvieron presentes en apoyándonos en este trabajo ellos son : Ing. Agr. MSc. Francisco Salmerón Miranda y la Ing. Agr. MSc. Isabel Chavarría.

Hacemos un agradecimiento especial al Ing Miguel Ríos que participo de manera muy significativa y valiosa en la realización del presente trabajo.

Le damos las gracias a todos los profesores que nos transmitieron sus conocimientos y contribuyeron con nuestra formación profesional.

Francisco José Zelaya Urbina  
Cristian Eleazar Sotelo Fittoria

# INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE GENERAL</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>ix</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xi</b>
 <b>I. INTRODUCCION</b>	 <b>1</b>
 <b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	 <b>3</b>
2.1. Factores que influyen en el cultivo del café	3
2.1.1. Factores ecológicos	3
2.1.1.1. Altitud	3
2.1.1.2. Temperatura	3
2.1.1.3. Precipitación	4
2.1.1.4. Humedad relativa	4
2.1.2. Factores edafológicos	4
2.1.3. Factores agronómicos	5
2.1.3.1. Manejo de sombra	5
2.1.3.2. Manejo de malezas	5
2.1.3.2.1. Control cultural	5
2.1.3.2.2. Control manual o mecánico	5
2.1.3.2.3. Control químico	5
2.2. Nutrición del cafeto	6
2.2.1. Fertilidad y fertilización	6
2.2.1.1. Fertilidad	6
2.2.1.2. Fertilización	6
2.2.2. Mezclas químicas de fertilizantes	6
2.2.3. Mezclas físicas de fertilizantes	7
2.2.4. Ventajas y desventajas de los fertilizantes inorgánicos	7
2.2.4.1. Ventajas	7
2.2.4.2. Desventajas	7
2.2.5. Abono orgánico	8
2.2.6. Nutrientes móviles e inmóviles	8
2.2.7. Funciones de los nutrientes del cafeto	9
2.2.8. Fertilizantes para el cafeto	9
2.2.9. Fertilización de los cafetales en producción	9
2.2.10. Método de aplicación del fertilizante	10
2.2.11. Epoca para la aplicación de los fertilizantes	10
2.2.12. Hambre escondida	11
2.3. Factor genético	11

2.4.	Importancia de las hojas	11
2.5.	Enfermedades del café	12
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>13</b>
3.1.	Localización del experimento	13
3.2.	Diseño experimental	14
3.3.	Dimensiones del ensayo	15
3.4.	Manejo Agronómico	15
3.4.1.	Manejo de sombra	15
3.4.2.	Limpias	15
3.4.3.	Recolección de muestras de suelo	15
3.4.4.	Fertilización	16
3.4.4.1.	Fertilización con mezcla química	16
3.4.4.2.	Fertilización con mezcla física	16
3.4.4.3.	Fertilización orgánica	16
3.4.4.4.	Fertilización tradicional	16
3.4.5.	Estimado de producción	16
3.4.6.	Control de enfermedades	17
3.4.7.	Cosecha	17
3.5.	Descripción de las mediciones de cada variable	17
3.5.1.	Componentes de crecimiento	17
3.5.1.1.	Altura de la planta (cm)	17
3.5.1.2.	Número de bandolas productiva	17
3.5.1.3.	Número de bandolas no productivas	17
3.5.1.4.	Número de bandolas con ramas secundarias	18
3.5.1.5.	Longitud de bandola (cm)	18
3.5.1.6.	Número de hojas por bandola	18
3.5.2.	Componentes de rendimiento	18
3.5.2.1.	Número de frutos en un kilogramo de café cereza	18
3.5.2.1.1.	Peso de café pergamino seco (cm)	18
3.5.2.1.2.	Peso de café oro (cm)	18
3.5.2.2.	Porcentaje de granos vanos	19
3.5.2.3.	Peso de 1000 frutos de café cereza (kg)	19
3.5.2.4.	Peso de 1000 granos de café oro (g)	19
3.5.2.5.	Rendimiento (kg/ha)	19
3.6.	Análisis económico	19
3.6.1.	Costos variables	19
3.6.2.	Rendimiento	19
3.6.3.	Beneficio bruto	20
3.6.4.	Beneficio neto	20
3.6.5.	Dominancia	20
3.6.6.	Beneficios marginales	20
3.6.7.	Costos marginales	20
3.6.8.	Tasa de retorno marginal	20

<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>20</b>
4.1.	Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre los componentes de crecimiento y desarrollo del café	21
4.1.1.	Altura de la planta (cm)	21
4.1.2.	Número de bandolas productivas	22
4.1.3.	Número de bandolas no productivas	24
4.1.4.	Número de bandolas con ramas secundarias	25
4.1.5.	Longitud de bandolas (cm)	26
4.1.6.	Número de hojas por bandola	27
4.2.	Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre los componentes de rendimiento en el cafeto	29
4.2.1.	Número de frutos en un kilogramo de café cereza	29
4.2.1.1.	Peso de café pergamino seco (g)	30
4.2.1.2.	Peso de café oro (g)	31
4.2.2.	Porcentaje de frutos vanos	32
4.2.3.	Peso de 1000 frutos de café cereza (kg)	33
4.2.4.	Peso de 1000 granos de café oro (g)	34
4.2.5.	Rendimiento (kg./ha)	35
4.3.	Análisis económico	38
4.3.1.	Análisis de presupuesto parcial	38
4.3.1.1.	Análisis de presupuesto parcial 1998/1999	38
4.3.1.2.	Análisis de presupuesto parcial 1999/2000	39
4.3.2.	Análisis de dominancia	40
4.3.2.1.	Análisis de dominancia 1998/1999	40
4.3.2.2.	Análisis de dominancia 1999/2000	41
4.3.3.	Análisis de tasa de retorno marginal	42
4.3.3.1.	Análisis de tasa de retorno marginal 1998/1999	42
4.3.3.2.	Análisis de tasa de retorno marginal 1999/2000	42
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>47</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXO</b>	<b>50</b>

## INDICE DE TABLA

TABLAS	PÁGINA
1. Análisis físico (textural) de los suelos de La Cabaña, Nueva Segovia. 1998.	14
2. Análisis químico de los suelos de La Cabaña, Nueva Segovia. 1998.	14
3. Descripción de los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia	14
4. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la altura del cafeto a los cuatro y cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1998 y 1999.(cm).	23
5. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el número de bandolas productivas para un cultivo de cuatro y cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1998 y 1999.	24
6. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el número de bandolas no productivas para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1999.	25
7. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el número de bandolas con ramas secundarias para un cultivo de cuatro y cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1998 y 1999.	26
8. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la longitud de bandola para un cultivo de cuatro y cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1998 y 1999.(cm).	27
9. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el número de hojas por bandola para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1999.	28
10. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el número de frutos en un kilogramo de café cereza para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1999/2000.	30
11. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el peso de café pergamino seco para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1999/2000.(g).	31
12. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el peso de café oro para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1999/2000.(g).	32

13. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el porcentaje de frutos vanos para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1999/2000.	33
14. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el peso de 1000 frutos de café cereza para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1999/2000.(kg).	34
15. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el peso de 1000 granos de café oro para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1999/2000.(g).	35
16. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento de café para un cultivo de cuatro y cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1998/1999 y 1999/2000.(kg/h).	36
17. Análisis de presupuesto parcial de los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1998/1999	38
18. Análisis de presupuesto parcial de los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1999/2000.	39
19. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1998/1999	40
20. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1998/1999	41
21. Análisis de la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1998/1999	42
22. Análisis de la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1999/2000	43

## **INDICE DE FIGURA**

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Condiciones climatológicas de la comarca Los Planes, Nueva Segovia. 1998-1999 ( INETER, 2000).	13
2. Rendimientos en kg/ha de la finca La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo. 1998/1999 y 1999/200.	37
3. Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo. 1999/200.	44

## **INDICE DE ANEXO**

<b>ANEXO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Metodología utilizada para realizar el estimado de producción.	50
2. Metodología utilizada para realizar el recuento de enfermedades.	50



## RESUMEN

En la finca La Cabaña, ubicada en el km 247.5, carretera Panamericana, comarca Los Planes perteneciente al Municipio de Dipilto, en el departamento de Nueva Segovia, se estableció el presente trabajo, en Enero de 1998 hasta Marzo del 2000. Teniendo como objetivo determinar el efecto de la fertilización mezcla física y mezcla química para la fertilización del cafeto (*Coffea arabica* L.). El diseño utilizado fue de Bloques completos al azar (BCA) formado por siete tratamientos y cuatro repeticiones con doce plantas por parcela experimental. Durante el año 1998 se tomaron las siguientes variables: Altura (cm), número de bandolas productivas, número de bandolas con ramas secundarias y longitud de bandolas (cm). En el año 1999 al experimento se agregaron otras variables con el objetivo de consolidar los resultados, estos fueron: Número de bandolas no productivas, número de hojas por bandola y componentes de rendimiento; número de frutos en un kilogramo de café cereza, peso de café pergamino seco (g), peso de café oro (g), porcentaje de granos vanos, peso de 1000 frutos cereza (kg) y peso de 1000 granos oro (g), todas estas variables solamente se evaluaron en el ciclo productivo 1999/2000. El análisis estadístico realizado para cada una de las variables fue Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias por rango múltiples de Duncan al 5 % de margen de error, donde no se encontró influencias significativas de la fertilización sobre estas variables. Las fertilizaciones realizadas tuvieron influencia en el número de hojas por bandolas, peso de 1000 frutos cereza y peso de 1000 granos oro. En el ciclo 1998/1999 no se expresaron diferencias significativas en el rendimiento presentando la fertilización mezcla física el mayor rendimiento con 1 587.67 kg/ha, en el ciclo 1999/2000 sí se observaron diferencias significativas entre las fertilizaciones evaluadas, obteniendo la mezcla física más orgánica el mayor rendimiento con 1 824 kg/ha. Los análisis económicos reflejaron que la fertilización mezcla física se obtiene los mayores ingresos en el ciclo 1999/2000 con US\$ 2.56 dólares por cada dólar invertido.

## **I. INTRODUCCION**

El cultivo del café (*Coffea arabica* L), es el rubro de mayor importancia agrosocioeconómica y constituye el producto agrícola que más divisas aportan a la economía nacional. El MAG (1990), menciona que en Nicaragua el café representa el 46.75% de las exportaciones agrícolas y es una de las mayores fuentes generadoras de empleo temporal y permanente.

La caficultura es la actividad agrícola de más relevancia económica en la zona de Dipilto, este municipio, produjo en el pasado ciclo cafetalero (1999/200), 50 000 qq de café oro, esto constituye un aporte del 2.5 % a la producción nacional que fue de 2 000 000 qq de café oro (Guevara, 2000).

El sector cafetalero nacional, en la actualidad se ve afectado por muchos problemas, tales como: Atraso tecnológico, falta de programas y proyectos a favor del desarrollo integral de la caficultura, políticas desfavorables para el sector cafetalero, altos costos de producción, baja productividad, poca organización de los productores, entre otras problemáticas (UNICAFE, 1998).

Dado a los problemas antes mencionados se debe de tomar en cuenta el manejo agronómico que se realiza en una plantación de café, tanto en el área de mejoramiento como de mantenimiento, ya que es muy importante para identificar los problemas que se presentan en el cultivo del café.

La nutrición del cafeto es uno de los factores que más influye en sus rendimientos. En el manejo de las plantaciones la fertilización constituye el mayor componente del costo de producción (ANACAFE, 1998).

En la actualidad en el mercado de los fertilizantes existen los llamados químicos y mezclas físicas, las casas comercializadoras ofrecen estos productos sin ningún soporte o ensayo que respalde su efecto real en el cultivo, basándose únicamente en sus intereses económicos. Debido a esto, se decidió realizar un estudio sobre el manejo de la fertilización orgánica e

inorgánica en el cultivo del cafeto, a través de los resultados obtenidos en este trabajo se pretende contribuir a generar propuestas que ayuden a los agricultores a identificar algunas alternativas para resolver sus problemas de manejo de la fertilización.

La realización de este trabajo experimental persigue los siguientes objetivos:

#### **Objetivo General**

1. Evaluar el manejo de algunas fuentes de fertilización para el cultivo de café establecido.

#### **Objetivos Específicos**

- 1.1. Evaluar el efecto de los fertilizantes orgánico e inorgánico sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de café.
- 1.2. Evaluar el efecto de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el rendimiento del cultivo de café.
- 1.3. Proporcionar una alternativa económica para el manejo de la fertilización en el cultivo del café.

## **II. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. Factores que influyen en el cultivo del café**

#### **2.1.1. Factores ecológicos**

Los factores ecológicos ejercen una influencia notable sobre el cafeto, hasta el punto de que no es posible su cultivo si no se cumplen cierto número de condiciones. La sensibilidad del cafeto a algunos de estos factores es tal, que se les puede considerar como factores limitantes. Pero superadas estas limitaciones, este arbusto no carece de posibilidades de adaptación a ecologías muy variadas. El hombre interviene en los casos necesarios, sacando provecho de las investigaciones agronómicas para corregir en cierta medida o atenuar las influencias de un medio al que considere poco favorable.

##### **2.1.1.1. Altitud**

Factor referido a la altura sobre el nivel del mar, incide en forma directa en la temperatura e indirectamente en la precipitación principalmente en la distribución de las lluvias. La altitud optima para el cultivo del café se localiza entre los 1200 a 1700 msnm. En las zonas bajas se obtiene una bebida pobre en cuerpo acidez y aroma en su defecto zonas altas se caracterizan por la excelencia del café.

##### **2.1.1.2. Temperatura**

La temperatura promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17 a 23° C, con una oscilación diaria máxima de 10° C, la mínima media entre 15 a 17° C y máxima media entre 25 a 28° C, La temperatura es el componente que esta mas íntimamente relacionado con el crecimiento. Las temperaturas bajas propician un lento desarrollo y el fruto madura más lentamente por el contrario la temperatura alta acelera la senescencia de los frutos, causan anomalías de la flor y fructificación limitada además propician la ocurrencia de plagas y enfermedades entre otros factores. El fruto del cafeto madura más lentamente cuando las temperaturas son bajas, cuando aumenta la altura sobre el nivel del mar la temperatura es menor.

### **2.1.1.3. Precipitación**

El café se adapta a diferentes regímenes de lluvia inclusive se considera que posee cierta tolerancia a la sequía. Diferentes estudios ubican rangos óptimos variables que van desde los 1600 a 1800 mm al año un rango más amplio de 1800 a 2800 mm. La distribución de la lluvia presenta gran divergencia y se recomienda que halla un mínimo de 145 días y un máximo de 245 días de lluvia, otros autores lo establecen 160 a 200 días lluviosos al año. El cafeto requiere de un período seco presumiblemente para el crecimiento de raíz, desarrollo de las bandolas, y hojas, maduración de los frutos y principalmente la estimulación floral.

La cantidad de lluvias es importante para el desarrollo del cafeto. Además se necesita que esa lluvia este bien distribuida en los diferentes meses del año para que el cultivo pueda dar buenas cosechas. Ejemplo: Largos períodos de sequía disminuyen la actividad del cafeto y en ocasiones llegan a caerse las hojas, causar vaneamiento en la cosecha y por ende fuertes bajas en la producción (ANACAFE, 1991).

### **2.1.1.4. Humedad relativa**

Tiene un efecto indirecto en el café, niveles superiores al 85 % afectan la calidad del café oro y taza, predispone a enfermedades. Se considera que en promedio lo más óptimo está entre 70 a 85 %.

### **2.1.2. Factores edafológicos**

El cafeto no parece tener exigencias bien definidas en cuanto a la naturaleza de los suelos. Crece tanto en tierras arcillo-silíceas de origen granítico, como de origen volcánico.

La textura del suelo y su profundidad tienen, por el contrario, una gran importancia. En suelos compactos poco profundos, el tallo queda corto y las raíces no se extienden mas que en los horizontes superficiales (Coste, 1969).

### **2.1.3. Factores agronómicos**

#### **2.1.3.1. Manejo de sombra**

La función principal de sombra en el cafetal es la regulación de las condiciones bajo las cuales el cafeto desarrolla, al máximo, sus características genéticas. La sombra influye directamente en la fertilización ya que al tener mayor sombra se disminuye la cantidad de fertilizante aplicado hasta un 75 %, en un suelo de fertilización media.

Otras funciones de la sombra en el cafetal son:

- Conservar la humedad del suelo mediante la formación constante de una cobertura natural de hojarasca (molch)
- Disminuir la evaporación del agua del suelo y la transpiración de la planta mejorando las reservas durante el verano
- Dificultar el desarrollo normal de las malezas
- Disminuir la acción del calor solar sobre el suelo y sobre las raíz del cafeto
- Controlar la erosión hídrica atenuando el golpe del agua de lluvia sobre el suelo, arriba con su estrato de follaje y abajo con su colchón de hojas caídas

#### **2.1.3.2. Manejo de malezas**

Se define como malezas a las plantas que se desarrollan dentro del área del terreno y que son ajenas al cultivo que se esta explotando, estas compiten con el cafeto por espacio, luz, ventilación, agua y nutrientes.

##### **2.1.3.2.1. Control cultural**

Se limita por el uso de algunas practicas tales como alta densidad de cafetos, la hojarasca y el uso de coberturas.

##### **2.1.3.2.2. Control manual o mecánico**

Consiste en la eliminación de las malezas por medio del machete, la pala o azadón.

##### **2.1.3.2.3. Control químico**

Se efectúa por medio de herbicidas, los cuales por su efecto al ser aplicados sobre las malezas las intoxican hasta destruirlas.

## **2.2. Nutrición del cafeto**

La nutrición del cafeto es uno de los factores que más influye en sus rendimientos. En el manejo de plantaciones, la fertilización constituye el mayor componente del costo de producción (30-40 %). Por consiguiente, es una necesidad conocer los aspectos relacionados con la fertilidad del suelo, la nutrición del café y las herramientas para estructurar un buen plan de nutrición y hacer uso racional de los fertilizantes (ANACAFE, 1991).

### **2.2.1. Fertilidad y fertilización**

#### **2.2.1.1. Fertilidad**

Es la capacidad que tienen los suelos de proporcionar las cantidades adecuadas de nutrientes al cultivo, en tal forma que puedan ser absorbidos fácilmente. Dichos nutrientes deben encontrarse en equilibrio con las propiedades químicas y características físicas de ese sustrato, y aprovechar en un alto porcentaje los elementos nutrientes que le son agregados al suelo al fertilizar. La fertilidad del suelo depende en gran parte del tipo y contenido de arcilla, materia orgánica, textura y estructura.

#### **2.2.1.2. Fertilización**

Es la práctica de aplicar los fertilizantes, los abonos orgánicos y/o enmiendas, basándose en un programa elaborado en la investigación; para lo cual se hace necesario conocer previamente el estado de fertilidad del suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo, en función de su edad potencial de rendimiento y las prácticas de manejo que se utilizarán.

#### **2.2.2. Mezclas químicas de fertilizantes**

Se conoce como mezcla química cuando en cada partícula del fertilizante se encuentran juntos los ingredientes activos con la materia inerte. Esto da como resultado una aplicación uniforme en el cultivo. Esta mezcla química se descompone más rápido por la naturaleza del material inerte (arcilla), ya que cuando existe la presencia de humedad en el suelo el fertilizante se disuelve más rápido, una parte la planta lo asimila y otra se lixivia, percola o volatiliza, lo que origina una menor asimilación del nutriente por parte de la planta.

### **2.2.3. Mezclas físicas de fertilizantes**

En los fertilizantes mezclas físicas los minerales se encuentran en partículas separadas, que contienen un solo elemento. Esta mezcla tiene una descomposición más lenta y permanece mayor tiempo en el suelo debido a la naturaleza sus partículas, esta característica es favorece al cultivo ya que puede disponer de los nutrientes en un mayor período de tiempo.

Es importante aclarar que este es un fertilizante químico pero es llamado mezcla física por las casas distribuidoras de agroquímicos por motivos comerciales, quienes argumentan que el fertilizante mezcla químico es mejor que el fertilizante mezcla física esto lo dicen sin tener un soporte científico, con el único objetivo de aumentar sus ventas.

### **2.2.4. Ventajas y desventajas de los fertilizantes inorgánicos**

#### **2.2.4.1. Ventajas**

- ◆ Presentan una mayor concentración de elementos nutritivos
- ◆ Pueden controlar la productividad del suelo
- ◆ Ayudan a producir más cosechas por milímetro de agua disponible
- ◆ Ayudan a que la planta produzca raíces mas profundas que permiten sacar agua del suelo
- ◆ Ayudan a crear un follaje más denso en forma más rápida reduciendo la evaporación del agua
- ◆ Aceleran la madurez de las plantas
- ◆ Mejoran la calidad del grano

#### **2.2.4.2. Desventajas**

- ◆ Pueden perderse cantidades apreciables de fertilizante por solubilidad o por interacciones con el suelo
- ◆ No influye sobre la actividad microbiana, ni sobre la condiciones físicas del suelo
- ◆ Pueden generar un desequilibrio en el suelo
- ◆ Constituyen el 30-40% de los costos de producción
- ◆ Su lixiviación o degradación es muy rápida en el suelo
- ◆ Para su correcta aplicación se debe contar con análisis de suelo
- ◆ Su utilización debe seguir un programa de fertilización adecuado



### **2.2.5. Abonos Orgánicos**

La importancia de los abonos orgánicos se debe a sus efectos benéficos sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. El suelo se enriquece con estos materiales ofrece un mejor medio para el desarrollo y producción de los cafetos. La aplicación de los abonos orgánicos es una forma de devolver al suelo buena parte de lo que se pierde año con año. El contenido de nutrientes es variado en la materia orgánica lo cual es una ventaja, pero las cantidades son bastantes bajas en comparación con los fertilizantes químicos (Talavera, 1999).

Un análisis de la pulpa de café muestra los siguientes resultados: Nitrógeno 2.5 %, Fósforo 0.15 %, Potasio 3 %, Calcio 9 % y Magnesio 0.17 %. Con respecto a la pulpa de café se han recomendado cantidades de 1.4 a 1.8 kilogramos por cafeto reduciendo las aplicaciones normales de fertilizantes químicos cuando este se combina con el orgánico. Los fertilizantes orgánicos se recomienda aplicarlos en el establecimiento de plantaciones o en suelos por debajo de 4 % de materia orgánica (ANACAFE, 1998).

La respuesta del cafeto a los abonos orgánicos no es inmediata, es decir el cafeto requiere cierto tiempo para aprovechar los abonos en su nutrición, depende de la humedad disponible en el suelo, presencia de lluvia o aplicación de riego y se extiende entre los 25 y 60 días posteriores a la aplicación del abono orgánico. La gran diferencia que existe entre los fertilizantes químicos/inorgánicos y los abonos orgánicos es que los primeros son aprovechados por la planta en menor tiempo, mientras que los últimos actúan en forma indirecta y lenta pero mejorando la cantidad y actividad de los microorganismos, así como la materia orgánica y humus, manteniendo la humedad durante más tiempo en la época seca, debido a que el abono orgánico actúa de forma lenta pero duradera, es suficiente que se abone una vez al año (PROMECAFE, 1996).

### **2.2.6. Nutrientes móviles e inmóviles**

Cuando existen deficiencias de nutrientes móviles como son el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg). Los síntomas ocurren en las hojas inferiores o más viejas. Esto se debe a que los nutrientes móviles salen o se traslocan de las hojas más viejas a la parte más joven de la planta los síntomas causados por deficiencia de nutrientes inmóvil, ocurren en las hojas más jóvenes (superiores). Las hojas más viejas se mantienen verdes y libres de síntomas

debido a que éstos nutrientes no se mueven o se traslocan a otros sitios de la planta. Los nutrientes inmóviles son: Azufre (S), Calcio (Ca), hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn) y Molibdeno (Mo) (INPOFOS, 1993).

#### **2.2.7. Funciones de los nutrientes en el cafeto**

El conocimiento de la función de cada uno de los nutrientes en la nutrición del café permite reconocer la importancia de mantener, ya sea el suelo y/o a través del tejido foliar, niveles adecuados de estos, para contribuir a la obtención de buenas cosechas y de alta calidad.

#### **2.2.8. Fertilizantes para el cafeto**

Para aplicar nitrógeno, fósforo y potasio a los suelos, se usan fuentes simples de nitrógeno y fórmulas NPK. La fuente simple de nitrógeno más común es la urea ( $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$ ) que tiene 46 % de nitrógeno. También está el Sulfato de Amonio  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  que tiene 21 % de nitrógeno. Se aplica en casos donde se consideran que hay deficiencias de azufre. En una fórmula de fertilizantes la primera cifra indica porcentaje de nitrógeno como N, la segunda el porcentaje de fósforo como  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Anhídrido fosfórico) y la tercera el porcentaje de potasio como  $\text{K}_2\text{O}$  (Oxido de potasio).

El uso de fórmula NPK con otros nutrientes, como el calcio, magnesio, azufre, boro o zinc puede ser conveniente para la aplicación de agosto-septiembre, siempre que esté de acuerdo con el análisis de suelos que indique la necesidad de éstos elementos. Las fórmulas con alto contenido de  $\text{P}_2\text{O}_5$  dan buenos resultados para la fertilización de almácigos y de la plantación al momento de la siembra en el campo.

#### **2.2.9. Fertilización de los cafetales en producción**

El conocimiento de la distribución de las raíces del cafeto en el suelo es fundamental para la localización de fertilizantes, en el momento de la aplicación. En los primeros 10 cm de profundidad se encuentra el 52 % de las raíces absorbentes; de 0 a 30 cm el 86 % y hasta una profundidad de 0 a 80 cm se encuentra el 96 % de éstas. La mayor concentración de raíces se localiza entre la mitad de la bandola y el área de goteo (ANACAFE, 1998).

La zona donde se desarrolla el sistema de raíces de los cafetos coincide con la zona de goteo a ambos lados esta se conoce como banda de fertilización y la superficie libre entre los surcos se le denomina calle (UNICAFE, 1998).

#### **2.2.10. Método de aplicación del fertilizante**

Para asegurar que el fertilizante quede en contacto directo con el suelo debe limpiarse la banda de fertilización. El mismo se aplica en banda dispersa alrededor del tronco, a la mitad de la distancia entre la base del tronco y el punto de goteo. En términos muy indicado se aconseja aplicar el fertilizante en forma de media luna cuando el terreno es en pendiente en el lado de arriba y cuando el terreno es plano la fertilización se realiza en círculo.

#### **2.2.11. Época para la aplicación de los fertilizantes**

Se han determinado la época para la aplicación de los fertilizantes al cafeto dependiendo de la distribución de las lluvias.

1ra aplicación.- De mayo a junio al inicio del invierno se puede aplicar solo de nitrógeno o una fórmula de NPK según el análisis de suelo.

2da aplicación.- De agosto a septiembre se recomienda aplicar una fórmula completa. Esta época no es apropiada para aplicaciones de urea. En los casos de que sólo se pueda hacer una aplicación de fertilizante al año esta es la época de hacerla. El fertilizante aplicado en este período, tiene como objetivo nutrir a la planta para su desarrollo y producción del año siguiente.

La floración, la mayor parte del crecimiento vegetativo, en términos generales ocurre en el invierno. La mayor absorción de nutrientes por el cafeto también se da durante este período. El 75 % del crecimiento ocurre en invierno y el 25 % en verano (Aguilar, 2000). A esto obedece la oportuna aplicación de fertilizantes en esta época.

### **2.2.12. Hambre escondida**

A menudo un cultivo puede estar afectado por una deficiencia de un nutriente y no presentar síntomas visuales, pero la planta no produce a todo su potencial. Para éstos casos es recomendable realizar un análisis foliar, ya que éste va más allá de la apariencia del cultivo y permite diagnosticar problemas nutricionales no aparentes (INPOFOS, 1993).

### **2.3. Factor genético**

La variedad Catuaí es el resultado del cruzamiento artificial de las variedades Mundo Novo y Caturra, realizado en Brasil. Las selecciones de las primeras cuatro generaciones dieron líneas con fruto rojo y amarillo. El Catuaí es una variedad de porte bajo, pero más alta que Caturra, las ramas laterales forman un ángulo cerrado con el tallo principal, entrenudos cortos. Las hojas nuevas o brotes son de color verde, las hojas adultas tienen una forma redondeada y son brillantes. Es una variedad muy vigorosa, que desarrolla mucho crecimiento lateral con "palmillas". El fruto no se desprende fácilmente de la rama, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración coincide con períodos de lluvias intensas (ANACAFE, 1998).

### **2.4. Importancia de las hojas**

Una planta de café, variedad Catuaí, de 30 meses de edad pesa alrededor de 14.4 kg de las cuales 4.3 kg es de materia seca y 10.5 kg son de agua. Los 4.33 kg de materia seca provienen del proceso de fotosíntesis así como del suelo donde las raíces absorben los elementos que permiten la fabricación de alimentos orgánicos en las hojas. El 96 % de los 4.33 kg corresponden a los elementos esenciales de carbono, oxígeno e hidrógeno, los cuales son incorporados por la planta de café a través de las hojas (anhídrido carbónico) y la raíz (agua). Es decir, de los 4.33 kg. de materia seca de la planta entera 4.1 kg. fueron acumulados inicialmente a partir de las funciones que desempeñan las hojas y las raíces. En cambio únicamente 0.13 kg del peso seco del cafeto está constituido por otros elementos esenciales que provienen del suelo (nitrógeno, potasio, carbono, magnesio, etc.). En síntesis de los 4.33 kg que pesa la materia seca del cafeto analizado, solo 0.13 kg fueron absorbidos por las raíces ubicadas en el suelo que se fertiliza y/o explora el cafeto para absorber los nutrientes que contiene. Según el experimento las hojas del cafeto representan el 22.3 % del peso de la

materia seca de la planta, sin embargo, han contribuido a producir más del 96 del peso total de la planta (ANACAFE, 1991).

## **2.5. Enfermedades del café**

Las enfermedades del café, causadas principalmente por hongos, ocasionan daños en los diferentes estados de la planta que va desde la etapa de semillero hasta la plantación establecida, estas provocan caída de hojas, pudrición del tallo, muerte de ramas, daños en el fruto, entre otros, en consecuencia se disminuyen los rendimientos y la vida productiva de la planta. Las incidencias de las enfermedades y los daños que ocasionan pueden ser influenciadas por las condiciones climáticas de la región y por manejo dado a la plantación.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del experimento

El ensayo se estableció en la finca La Cabaña, ubicada en el kilómetro 247.5 carretera Panamericana, comunidad de Los Planes perteneciente al municipio de Dipilto, en el departamento de Nueva Segovia. Esta finca se encuentra a una altura de 1200 msnm, latitud Norte de 13°, 46' 48" y longitud Oeste de 86° 33' 06", con una temperatura promedio anual de 24 °C, con condiciones apropiadas para el cultivo del café. En la figura 1 se observa la temperatura y precipitación del año 1988 y 1999.

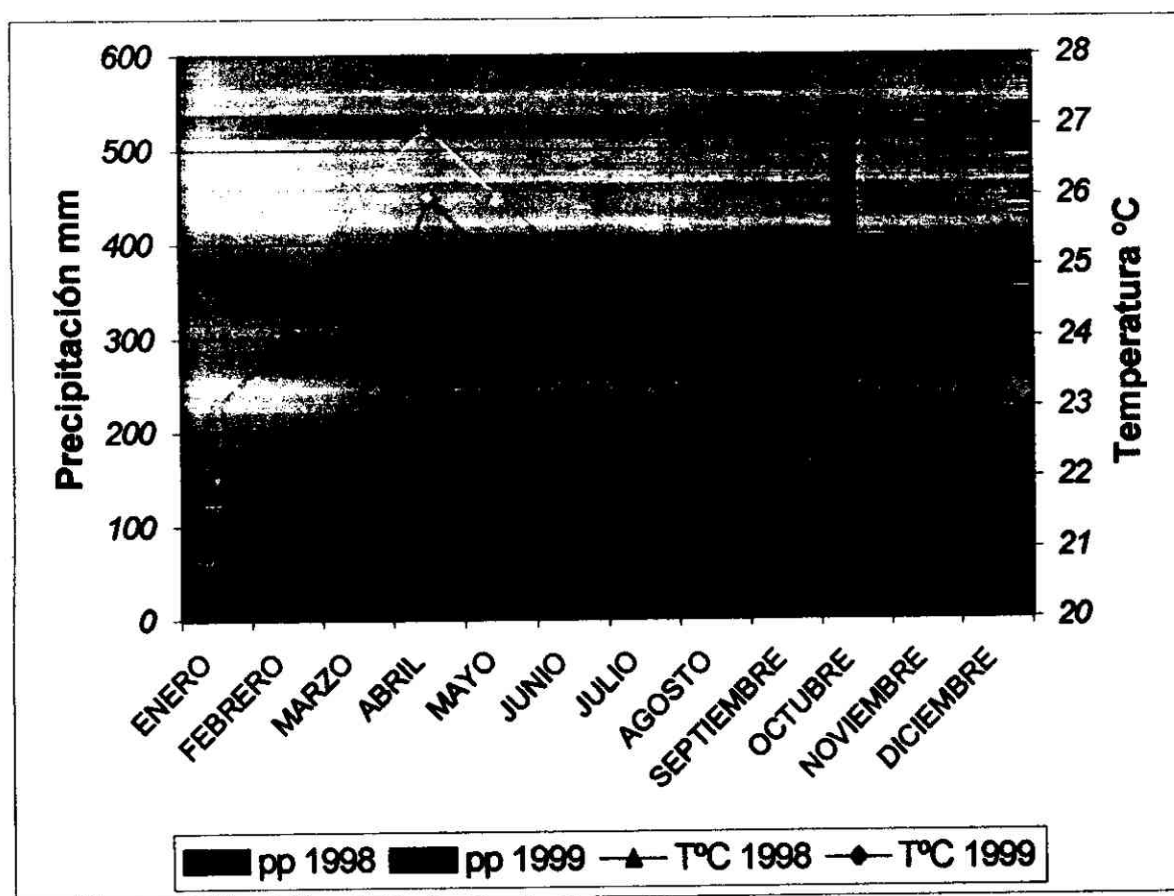


Figura 1. Condiciones Climatológicas de la comarca Los Planes, Nueva Segovia, 1998-1999 (INETER, 2000).

Los suelos son de textura franco-arenosa, con un pH de 5 - 6.5, pendientes de 20-40 %, son en su mayoría poco profundos, con un subsuelo que presenta entre 10 a 20 cm de textura franco arenosa.

Tabla. 1 Análisis físico (textural) de los suelos de La Cabaña, Nueva Segovia. 1998.

Porcentaje			Clase Textural
Arcilla	Limo	arena	
17.2	10	72.8	Franco-arenoso

Tabla. 2 Análisis químico de los suelos de La Cabaña, Nueva Segovia. 1998.

pH	Porcentaje		ppm de suelo	Meq. por 100 gramos de suelo de potasio
Suelo	M.O	Nitrógeno	Fósforo	
5.6	4.66	0.22	4.64	0.50

### 3.2. Diseño Experimental

El diseño utilizado fue de Bloques completos al azar (BCA), formado por 7 tratamientos y 4 repeticiones.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia.

Tratamiento	Descripción
T <sub>1</sub>	Fertilización con mezcla química (18-6-18-4-0.2)
T <sub>2</sub>	Testigo (sin fertilización)
T <sub>3</sub>	Fertilización orgánica (compost de pulpa de café)
T <sub>4</sub>	Fertilización con mezcla física (18-6-18-4-0.2)
T <sub>5</sub>	Fertilización química más orgánica
T <sub>6</sub>	Fertilización tradicional (17-6-12-4-0.2)
T <sub>7</sub>	Fertilización mezcla física más orgánica

### **3.3. Dimensiones del Ensayo**

El área total del experimento fue de 3 964.8 m<sup>2</sup>.

Cada bloque tuvo un área de 991.2 m<sup>2</sup>.

Cada parcela experimental estaba formada por 40 plantas, con un área de 141.6 m<sup>2</sup>. Con una parcela útil, compuesta por 12 plantas, ocupando un área de 42.68 m<sup>2</sup>. Se realizó análisis de separación de medias por Duncan para las variables evaluadas en el experimento.

### **3.4. Manejo Agronómico**

#### **3.4.1. Manejo de sombra**

Se realizó en el mes de Abril (final del verano) y en Octubre, manteniendo la sombra baja, como debe ser en los climas fríos.

#### **3.4.2. Limpias**

Se realizaron dos limpiezas; una en el mes de mayo y en el mes de noviembre. Se utilizó control químico utilizando Gramoxone (paraquat) en dosis de 1.50 litros por hectárea, agregándole a cada bomba de 20 litros 1.4 kilogramos urea al 46 %.

#### **3.4.3. Recolección de muestras de suelo**

En el mes de Abril se recolectaron las muestras de suelo por cada tratamiento, y posteriormente se realizó el análisis de suelo. Estas muestras se recolectaron en la banda de fertilización a inicio del tercio medio de las bandolas. Esta se realiza apartando la capa superficial del suelo (hierbas y residuos vegetales), con un palín se hizo un corte en el suelo en forma de V, a una profundidad de unos 20 cm, se retiró una porción de 5 cm a cada lado de la muestra cuando esta en el palín. Colectadas las muestras se desmenuzaron y se mezclaron en un recipiente por tratamiento, de este suelo se extrajeron 0.9 kg, se empacaron y etiquetaron adecuadamente y se enviaron a los laboratorios de suelos y aguas de la Universidad Nacional Agraria.



### **3.4.4. Fertilización**

#### **3.4.4.1. Fertilización con mezcla química**

Se aplicó el fertilizante mezcla química 18-6-18-4-0.2 con una dosis de 3 onzas por planta, en forma de media luna en la parte superior de la pendiente, se hizo un surco en el suelo en forma de media luna se depositó el fertilizante y posteriormente se tapó con tierra o con alguna cubierta vegetal cercana, esta media luna se hace a unos 10-15 cm de distancia del tallo. Una aplicación se efectuó en el mes de febrero y otra en septiembre del año 1998 y 1999 respectivamente.

#### **3.4.4.2. Fertilización con mezcla Física**

Esta fertilización se efectuó en el mes Febrero y Septiembre utilizando la fórmula 18-6-18-4-0.2, con una dosis de 3 onzas por planta, utilizando el mismo procedimiento de aplicación que el fertilizante químico.

#### **3.4.4.3. Fertilización Orgánica**

Se realizó en el mes de Abril, 10 libras de compost de pulpa de café por planta, se esparció el fertilizante a unos 10-15 cm del tallo.

Según ANACAFE (1991), 45.kg de pulpa descompuesta equivalen a 4.5 kg de fertilizante químico de la fórmula 14-3-37, lo que más contiene la pulpa y lo que la hace más valiosa es su alto contenido de materia orgánica que es mayor del 90 %.

#### **3.4.4.4. Fertilización Tradicional**

Se fertilizó con UREA 46 % en el mes de Febrero y en Octubre se aplicó el fertilizante 17-6-12-4-0.2, de forma similar a la utilizada en la aplicación del fertilizante químico.

#### **3.4.5. Estimado de producción**

Se realizó en los meses de agosto, septiembre y octubre de los años 1998 y 1999, según el método utilizado por UNICAFE (Anexo, 1).

### **3.4.6. Control de enfermedades**

En este experimento se controlaron las enfermedades, realizándose recuentos cada mes (Anexo, 2), y se aplicaron productos para su control si el índice pasaba del 5% en el recuento, este método es el utilizado por UNICAFE. El producto utilizado para controlar estas enfermedades esta en dependencia del tipo de esta.

### **3.4.7. Cosecha**

La primera cosecha se realizó en el mes de Diciembre de 1998 hasta Febrero de 1999 y la segunda en Diciembre de 1999 hasta Febrero del 2000. En cada ciclo se realizaron tres cortes: despinte, el corte principal y la repela.

## **3.5. Descripción de mediciones de cada variable**

### **3.5.1. Componentes de crecimiento y desarrollo**

#### **3.5.1.1. Altura de la planta (cm)**

Se midieron 12 plantas por cada unidad experimental, desde el suelo hasta el extremo apical de las mismas. Se realizaron tres mediciones en el año 1998 y 1999 respectivamente, en los meses de Febrero, Agosto y Noviembre.

#### **3.5.1.2. Número de bandolas productivas**

Se contaron las bandolas productivas y en buen estado de 12 plantas por unidad experimental, desde la base de la planta hasta la última bandola productiva. Este recuento se realizó en la misma fecha que se hizo la toma de datos de la altura.

#### **3.5.1.3. Número de bandolas no productivas**

Se contaron las bandolas que crecen por encima del último par de bandolas productivas a 12 plantas de cada unidad experimental. Realizándose en los meses de Febrero, Agosto y Noviembre en el año 1999.

#### **3.5.1.4. Número de bandolas con ramas secundarias**

Se contaron las bandolas con ramas secundarias de 12 plantas por unidad experimental, desde la parte inferior de la planta hasta la superior, sólo se evaluó el año 1999, en los meses de Febrero, Agosto y Noviembre.

#### **3.5.1.5. Longitud de bandola (cm)**

En el momento de establecer el experimento se seleccionó una bandola de la parte media del cafeto y se dejó marcada con el fin de medir su longitud en centímetros se midió desde el ángulo de inserción con el tallo principal hasta el último par de hojas. Esta se realizó en los meses de Febrero, Agosto y Noviembre de los años 1998 y 1999.

#### **3.5.1.6. Número de hojas por bandola**

Se dividió la planta en tres extractos superior, medio e inferior seleccionándose una bandola por nivel dejándolas marcadas para las siguientes mediciones, se contaron las hojas de la bandola de la parte superior, media e inferior de la planta, en los meses de Febrero, Agosto y Noviembre del año 1999.

### **3.5.2. Componentes de rendimiento**

Estas variables se evaluaron en el ciclo productivo 1999/2000.

#### **3.5.2.1. Número de frutos en un kilogramo café cereza**

Se contaron los granos existentes en un kilogramo de café cereza, por tratamiento de cada unidad experimental.

##### **3.5.2.1.1. Peso de café pergamino seco (g)**

La muestra de 1 kg de café cereza se proceso hasta llevarla a café punto de trillo con un 10.30 % de humedad promedio y se peso en gramos.

##### **3.5.2.1.2. Peso de café oro (g)**

La muestra de café pergamino se trilló y posteriormente se pesó en gramos, con una humedad de 10 %.

### **3.5.2.2. Porcentaje de frutos vanos**

Se obtuvo una muestra de 1 kilogramo de café cereza por unidad experimental, cada muestra se introdujo en un recipiente con agua y se contaron los granos flotantes.

### **3.5.2.3. Peso de 1000 frutos de café cereza (kg)**

Se contaron 1000 granos de café cereza por cada unidad experimental y se pesaron en kilogramos.

### **3.5.2.4. Peso de 1000 granos de café oro (g)**

Se contaron 1000 granos de café oro por cada unidad experimental y se pesaron en gramos.

### **3.5.2.5. Rendimiento**

Se evaluó el rendimiento en el ciclo 1998/1999 y 1999/2000 de cada unidad experimental, de cada tratamiento y se midió en kg/ha, con un 10 % de humedad.

Se realizó análisis de varianza con un 5 % de margen de error.

## **3.6. Análisis económico**

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico para evaluar la rentabilidad de las fertilizaciones orgánicas e inorgánicas, con el fin de brindar información acerca de cual alternativa es más adecuada desde el punto de vista económico para el productor. La metodología empleada para la realización de este análisis fue recomendada por el CIMMYT (1988), haciendo análisis de presupuesto parcial, análisis de dominancia y análisis de la tasa de retorno marginal, para lo cual se consideran los siguientes parámetros.

### **3.6.1. Costos variables**

Implican los costos particulares de cada tratamiento, incluye costos de semilla, fertilización, cosecha y transporte.

### **3.6.2. Rendimiento**

Expresado en kilogramos por hectárea.

### **3.6.3. Beneficio bruto**

Obtenido a través del producto del rendimiento por el precio al momento de la cosecha.

### **3.6.4. Beneficio neto**

Es igual al beneficio bruto menos los costos totales de producción.

### **3.6.5. Dominancia**

Se ordenan los costos variables de los tratamientos en orden ascendente con su respectivo beneficio neto, se considera que un tratamiento es dominado cuando tiene costos variables mayores y beneficios netos menores o iguales.

### **3.6.6. Beneficios netos marginales**

Luego del análisis de dominancia, a los tratamientos no dominados se les calculó la diferencia o incremento de los beneficios netos al pasar de una tecnología a otra.

### **3.6.7. Costos variables marginales**

Luego del análisis de dominancia, a los tratamientos no dominados se les calculó la diferencia o incremento de los costos variables al pasar de una tecnología a otra.

### **3.6.8. Tasa de retorno marginal**

Es la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales multiplicado por cien.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Según el CATIE (1982) citado por Eslaquit (1990), el crecimiento del cafeto ha sido estudiado por varios autores, incluso algunos han tratado de enmarcarlo dentro de modelos matemáticos en vista de que el cafeto es un arbusto de producción distal; es importante estudiar su crecimiento y los factores que lo afectan, debido, a que la mayor parte de la producción se localiza en tejido nuevo.

El cafeto es una planta superior, esto quiere decir que tiene una estructura compleja, tiene los siguientes órganos: Raíces, tallos hojas, flores y frutos. Los nutrientes y el agua pasan a través del tallo y van a las hojas, las flores y los frutos por el tejido vascular. En las hojas se realiza el proceso más importante de la vida de las plantas superiores, como es la fotosíntesis. Del tronco nacen las ramas primarias que forman el armazón o esqueleto del cafeto. Las ramas son importantes porque cuando se pierden por enfermedad o por accidente no se pueden renovar. Al perderse una rama de cafeto se pierde una zona considerable para la producción de cosecha, las ramas secundarias si se pueden renovar. Para que el cafeto tenga buena producción se necesita una gran cantidad de hojas que fabriquen las sustancias que se almacenaran en los frutos. En el cafeto la cosecha se produce casi en su totalidad en las ramas nuevas. Por eso es muy importante un crecimiento grande de ramas para que la cosecha futura sea abundante (ANACAFE, 1991).

### **4.1. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre los componentes de crecimiento y desarrollo**

#### **4.1.1. Altura de planta**

El tamaño y la altura de la planta de café varía considerablemente y esta determinado por la variedad, es importante, ya que por su tamaño se puede determinar la densidad de plantación y la forma de recolectar al momento de cosecha (Blanco, 1984).

El crecimiento del cafeto, provocado por el alargamiento del eje y la prolongación sucesiva de los entrenudos adyacentes, no se efectúa a un ritmo igual durante todo el año sino que es

mucho más activo en al estación lluviosa, viéndose muy influenciado por las condiciones del medio (Coste, 1969).

En el año 1998 el comportamiento de la altura no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 4). Numéricamente el testigo obtuvo el mayor promedio (159.47 cm) seguido por el tratamiento mezcla física más orgánico (150.07 cm), el tratamiento químico más orgánico presentó el promedio más bajo (142.05 cm), esto nos permite asegurar que en este ciclo el efecto de los fertilizantes no tuvo influencia sobre la altura de planta.

Esta diferencia numérica entre los tratamientos, se debe a que el cafeto como todos los organismos mantienen relaciones con el medio que lo rodea, este medio ambiente esta formado por las condiciones, físicas, químicas y topográficas del suelo; factores y elementos climáticos como temperatura, humedad, iluminación y ventilación, esto concuerda con lo manifestado por Corrales & Chévez (1993), quienes afirman que si se observan diferencias de altura de las plantas dentro de una misma población se debe a que estas comienzan a competir ante determinados factores esenciales para el crecimiento de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas.

En el año 1999 los valores encontrados variaron entre 162.5 y 179 cm no reflejaron diferencias significativas para esta variable, aunque se encontraron diferencias numéricas entre los tratamientos, expresando la fertilización mezcla física más orgánica el mayor promedio y el tratamiento fertilización química más orgánica el más bajo. Todas estas alturas fueron mayores que en el ciclo anterior debido a que la plantación estaba completando su año donde el cafeto concluye su mayor crecimiento, que corresponde a la edad de 5 años.

**Tabla 4 Efecto de fertilización orgánica e inorgánica en la altura del cafeto a los cuatro y cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1998 y 1999. (cm)**

Tratamientos	Año 1998	Año 1999
Fertilización química	142.97 a	168.36 a
Testigo	159.47 a	171.36 a
Fertilización orgánica	149.37 a	167.10 a
Fertilización mezcla física	149.43 a	172.37 a
Fertilización química más orgánica	142.05 a	162.48 a
Fertilización tradicional	143.62 a	166.73 a
Fertilización mezcla física más orgánica	150.07 a	179.05 a
ANDEVA	NS	NS
CV %	11.02	4.15

#### **4.1.2. Número de bandolas productivas**

La cantidad de ramas productivas es un indicador representativo de producción, da una idea de como esta el estado nutricional de la misma, es de esperar que a mayor número de bandolas productivas se obtendrán mayores rendimientos por planta (Morales, 1981).

Según los análisis realizados no se observaron diferencias significativas para el número de bandolas productivas entre los tipos de fertilizantes en el año 1998 (Tabla 5). Los tratamientos con fertilización mezcla física más orgánico, fertilización química y testigo tuvieron el mayor promedio de bandolas productivas por planta con 47 y el tratamiento químico más orgánico presentó los promedios más bajos con 42 bandolas.

Resultados similares se obtuvieron en el año 1999, donde no se encontró diferencias significativas para número de bandolas productivas entre los tratamientos, la fertilización mezcla física más orgánica presentó el promedio mas alto con 59 bandolas y el tratamiento químico más orgánico reflejó el promedio más bajo con 54 bandolas por planta, coincidiendo con los resultados obtenidos en el año 1998 (Tabla 5). Se puede afirmar que las fertilizaciones realizadas no tuvieron un efecto significativo sobre el número de bandolas productivas por



planta y que estas diferencias se deban a que el cafeto a libre crecimiento las ramas primarias es abundante y la ramificación secundaria es escasa según (ANACAFE, 1998).

El fertilizante con mezcla física más orgánica obtuvo en los dos años de estudio el mayor número de bandolas productivas y el fertilizante mezcla química más orgánica en los dos años presentó los menores valores de bandolas productivas.

En el año 1999 todos los tratamientos incrementaron el número de bandolas productivas esto puede ser, según Coste (1969) a que la plantación estaba completando la etapa crecimiento y desarrollo después de lo cual las producciones se estabilizan por un período de 3 a 5 años según la altitud sobre el nivel del mar en que se encuentre la plantación.

Tabla 5. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el número de bandolas Productivas, para un cultivo de cuatro y cinco años de establecido.  
La Cabaña, Nueva Segovia. Años 1998 y 1999.

Tratamientos	Año 1998	Año 1999
Fertilizante químico	47 a	56 a
Testigo	47 a	56 a
Fertilizante orgánico	43 a	57 a
Fertilizante mezcla física	46 a	57 a
Fertilizante químico más orgánico	42 a	54 a
Fertilización tradicional	44 a	56 a
Fertilizante mezcla física más orgánico	47 a	59 a
ANDEVA	NS	NS
% CV	10.57	8.05

#### 4.1.3. Número de bandolas no-productivas

Esta variable sólo se evaluó en el período de 1999.

Las bandolas no productivas son las que crecen por encima del último par de bandolas productivas.

El cafeto tiende a elevar progresivamente su zona de fructificación, por lo tanto estas bandolas en el próximo ciclo pueden dar frutos, alargando la vida productiva del cafeto.

Al evaluar el número de bandolas no productivas, estadísticamente no existe diferencias entre los tipos de fertilizantes. Sin embargo, el tratamiento mezcla física más orgánico presentó el mayor promedio con 16 bandolas no productivas, el testigo y la fertilización orgánica obtuvieron el menor promedio con 14 bandolas no productivas (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto de fertilización orgánica e inorgánica en el número de bandolas no Productivas, para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1999.

Tratamientos	Año 1999
Fertilizante químico	15 a
Testigo	14 a
Fertilizante orgánico	14 a
Fertilizante mezcla física	15 a
Fertilizante químico más orgánico	15 a
Fertilización tradicional	15 a
Fertilizante mezcla física más orgánico	16 a
ANDEVA	NS
% CV	8.37

#### 4.1.4. Número de bandolas con ramas secundarias

Un cafeto con mayor número de ramas secundarias tendrá más yemas de fruto, esto incrementa los rendimientos y alarga la vida productiva de la planta. Cuando las ramas primarias hayan perdido su capacidad de floración, la fructificación se traslada a las ramas secundarias o terciarias (PROMECAFE, 1996).

En el año 1998, el testigo superó numéricamente a los restantes tratamientos con 12 bandolas con ramas secundarias seguido por la fertilización mezcla física y la fertilización mezcla física más orgánica con 10 bandolas con ramas secundarias, y la fertilización química presentó el promedio más bajo con 7 bandolas con ramas secundarias (Tabla 7).

No se determinó diferencias significativas en el número de bandolas con ramas secundarias.

En el segundo año 1999 no se encontraron diferencias significativas entre los tipos de fertilizantes. La fertilización mezcla física más orgánica reflejó el mayor promedio y el menor número de bandolas con ramas secundarias fue obtenida por la fertilización química más orgánica y fertilización tradicional. En la Tabla 7 se observa que el fertilizante físico más orgánico aumento el número de bandolas de un año a otro, esto permite asegurar que la fertilización tuvo un efecto positivo en la variable evaluada.

Podemos concluir que todos los tratamientos tienden a obtener mayor número de bandolas con ramas secundarias debido al efecto de los diferentes tratamientos evaluados en el ensayo.

Tabla 7. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el número de bandolas con ramas secundarias, para una cultivo de cuatro y cinco años de establecido.  
La Cabaña, Nueva Segovia. Años 1998 y 1999.

Tratamientos	Año 1998	Año 1999
Fertilizante químico	7 a	11 a
Testigo	12 a	11 a
Fertilizante orgánico	9 a	14 a
Fertilizante mezcla física	10 a	12 a
Fertilizante químico más orgánico	8 a	10 a
Fertilización tradicional	9 a	10 a
Fertilizante mezcla física más orgánico	10 a	15 a
ANDEVA	NS	NS
% CV	34.21	18.24 a

#### 4.1.5. Longitud de bandolas (cm)

El tamaño o longitud de bandola es fundamental para elevar los rendimientos, ya que una bandola con mayor longitud tendrá mayor número de nudos y hojas, en un futuro producirá más ramas secundarias.

Durante el año 1998 no se determinó diferencias significativas para longitud de bandolas.

El tratamiento fertilización mezcla física y fertilización mezcla física más orgánica presentaron el promedio más alto con 63 cm por longitud de bandola y la fertilización orgánica reflejó el promedio más bajo con 56.20 cm.

En el año de 1999 el tratamiento mezcla física más orgánico presentó el mayor promedio con 69.01 cm, seguido por el tratamiento químico con 68 cm, el testigo presentó el promedio más bajo con 61.18 cm. No existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El comportamiento de esta variable indica que la fertilización mezcla física más orgánica tuvo influencia en el desarrollo del cafeto en los dos años del ensayo al aumentar la longitud de la bandola.

Tabla 8. Efecto de fertilización orgánica e inorgánica en la longitud (cm) de bandola para un cultivo de cuatro y cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia.  
Años 1998 y 1999.

Tratamientos	Año 1998	Año 1999
Fertilizante químico	56.23 a	68.0 a
Testigo	60.0 a	61.18 a
Fertilizante orgánico	56.20 a	63.26 a
Fertilizante mezcla física	63.0 a	67.28 a
Fertilizante químico más orgánico	58.45 a	67.01 a
Fertilización tradicional	59.0 a	64.28 a
Fertilizante mezcla física más orgánico	63.0 a	69.01 a
ANDEVA	NS	NS
% CV	8.17	6.57

#### 4.1.6. Número de hojas por bandola

La formación de todas las hojas se inicia en el ápice del tallo y de las ramas. En ella se realiza la producción de alimentos y hormonas, con las cuales crece se desarrolla y produce cosechas. Su gran importancia radica en que es el medio donde el hombre puede intervenir directamente, realizando aplicaciones de fertilizantes químicos y abonos orgánicos, así como enmiendas (ANACAFE, 1991).

Una buena nutrición del cafeto se ve reflejada en la cantidad de hojas que tenga la planta, esto viene a fortalecer la actividad metabólica que realiza este órgano ya que es el encargado de producir mas del 96 % de materia seca del peso total de planta, las hojas incorporan elementos esenciales al cafeto tales como: carbono, oxígeno y nitrógeno, esto resulta en un mayor crecimiento y desarrollo del cafeto.

Esta variable fue evaluada sólo en el año 1999, se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados ( Tabla 9). La fertilización físico-orgánico superó numéricamente al resto de los tratamientos en promedio de hojas por bandola con 14 y el testigo presentó el promedio más bajo con 10.

Las fertilizaciones realizadas si influyen significativamente en el número de hojas por bandola. Estos resultados coinciden con lo expresado por UNICAFE (1996), afirma que cuando un suelo no tiene el alimento necesario para el café muchas hojas y ramas se pierden y la producción es baja.

Tabla 9. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el número de hojas por bandola para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Año 1999.

Tratamientos	Año 1999
Fertilizante químico	12 ab
Testigo	10 b
Fertilizante orgánico	12 ab
Fertilizante mezcla física	11 ab
Fertilizante químico más orgánico	11 ab
Fertilización tradicional	11 ab
Fertilizante mezcla física más orgánico	14 a
ANDEVA	*
% CV	10.06

## **4.2. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre los componentes de rendimiento**

El cafeto es una planta muy susceptible a las deficiencias de nutrientes o a los excesos y los problemas de suelos de esta clase. Los rendimientos del café pueden en algunas ocasiones ser aumentados sorprendentemente por el uso correcto de ciertas sustancias químicas. Obviamente la disponibilidad y la abundancia de nutrientes deben influir el vigor y el rendimiento del cafeto (Haarer, 1969).

### **4.2.1. Número de frutos en un kilogramo de café cereza.**

En cada variedad de cafeto, la fructificación esta influenciada por un gran número de factores como son: genética, edad, densidad de plantación, condiciones ecológicas, técnicas del cultivo y enfermedades (Coste, 1969).

El número de frutos existentes en un kilogramo de café uva determina, que si hay menos número de granos por kilogramo la uva tiene más peso y si tiene mayor cantidad de granos la uva tiene menos peso. El mayor peso del grano es una característica deseable para la producción cafetalera.

Esta variable fue evaluada solamente en el ciclo 1999/2000 según los análisis estadísticos realizados indican que no existen significativas entre los tratamientos (Tabla 10), no obstante sí se observan promedios mayores, destacando el tratamiento testigo con 630 granos por kg de café cereza y el tratamiento mezcla físico con el menor valor 560 granos por kg de café uva.

Las fertilizaciones efectuadas no influyeron significativamente en esta variable. Las diferencias numéricas encontradas coinciden con lo mencionado por PROMECAFE (1996), afirma que en condiciones de campo, pese a la aparente uniformidad de las plantas de los cafetales se pueden encontrar variaciones en la producción de cerezas.

Tabla 10. Efecto de fertilización orgánica e inorgánica en el número de frutos en un kilogramo de café cereza para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1999/2000

Tratamiento	Número de frutos
Fertilizante químico	603 a
Testigo	630 a
Fertilizante orgánico	628 a
Fertilizante mezcla física	560 a
Fertilizante químico más orgánico	599 a
Fertilización tradicional	576 a
Fertilizante mezcla física más orgánico	571 a
ANDEVA	NS
% CV	7.89

#### 4.2.1.1. Peso de café pergamino seco (g)

Se considera que el café llega a pergamino seco cuando su porcentaje de humedad esta entre 10-12.5 %. El peso de café pergamino seco está determinado por el contenido de humedad, ya que si se da un secado incompleto el café tendrá más peso pero puede ser atacado por enfermedades y perder calidad, en cambio si se deja muy seco pierde peso y esto influye directamente en el rendimiento en oro.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, pero si se encontraron promedios superiores. El testigo presentó el mayor peso con 232.38 g y el fertilizante mezcla químico presentó el promedio más bajo con 211.75 g (Tabla 11).

Puede afirmarse que los tratamientos evaluados no tuvieron efecto sobre esta variable.

Las diferencias mínimas encontradas entre los tratamientos puede deberse al manejo que le dio a las muestras que participaron en el experimento en el proceso de secado.

**Tabla 11. Efecto de fertilización orgánica e inorgánica en el peso de café pergamino seco para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo 1999/2000.**

Tratamiento	Peso en gramos
Fertilizante químico	211.75 a
Testigo	232.38 a
Fertilizante orgánico	224.75 a
Fertilizante mezcla física	222.53 a
Fertilizante químico más orgánico	226.1 a
Fertilización tradicional	223.96 a
Fertilizante mezcla físico más orgánico	219.69 a
ANDEVA	NS
% CV	5.63

#### **4.2.1.2. Peso de café oro (g)**

El café oro se obtiene después de trillar el café pergamino seco, esta actividad consiste en separar el pergamino del grano, se realiza con una maquina trilladora (ICAFE, 1998).

Los análisis estadísticos realizados evidencian que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y estos no influyen en el peso del café oro. Se encontraron diferencias numéricas entre los promedios, reflejando el tratamiento fertilización química más orgánica el mayor promedio con 199.08 g y el tratamiento fertilización química el menor promedio con 188.28 g (Tabla 12).



**Tabla 12. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el peso de café oro, para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1999/2000**

Tratamiento	Peso en gramos
Fertilizante químico	188.28 a
Testigo	193.03 a
Fertilizante orgánico	187.32 a
Fertilizante mezcla Física	198.77 a
Fertilizante químico más orgánico	199.08 a
Fertilización tradicional	193.14 a
Fertilizante mezcla física más orgánico	197.16 a
ANDEVA	NS
% CV	5.27

#### **4.2.2. Porcentaje de frutos vanos**

Los granos vanos se forman cuando el fruto no alcanza su total desarrollo ó uno de ellos aborta el embrión, estos granos no sirven para semilla (UNICAFE, 1998). Una buena variedad de café para la siembra debe tener un porcentaje de frutos vanos no mayor del 8%.

Entre los tratamientos evaluados no se encontraron diferencias significativas, pero sí se presentaron promedios superiores, el tratamiento fertilización orgánica obtuvo un 8.17 % de frutos vanos y el tratamiento fertilización física y fertilización química más orgánica expresaron el menor porcentaje con 4.8%. Esto indica que el tratamiento orgánico no sería recomendable utilizarlo como semilla para la siembra (Tabla 13).

Los diferentes tipos de fertilización evaluados no tuvieron influencias significativas sobre la variable porcentaje de frutos vanos.

Tabla 13. Efecto de fertilización orgánica e inorgánica en el porcentaje de frutos vanos, para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1999/2000.

Tratamiento	Porcentaje %
Fertilizante químico	4.8 a
Testigo	6.62 a
Fertilizante orgánico	8.17 a
Fertilizante mezcla física	5.17 a
Fertilizante químico más orgánico	4.8 a
Fertilización tradicional	5.95 a
Fertilizante mezcla físico más orgánico	4.92 a
ANDEVA	NS
% CV	24.54

#### 4.2.3. Peso de 1000 frutos de café cereza (kg)

En el ensayo realizado, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Se puede observar que el tratamiento fertilización mezcla física presentó el mayor peso con 1.81 kg y el tratamiento fertilización química más orgánica reflejó el promedio más bajo con 1.56 kg (Tabla 14).

Estos resultados están coinciden con lo expresado por PROMECAFE (1996), afirma que en la pulpa de café se concentra la mayor parte de nutrientes o alimentos que la planta ha absorbido del suelo durante el período de desarrollo y producción. Las concentraciones de nutrientes como K, Ca y P están en mayor cantidad en al pulpa de café que en el propio grano de café, además de contener elementos menores como Ca, Mg, S, Mn, y Bo, todo esto en pequeñas cantidades.

Se puede afirmar que el tratamiento fertilización mezcla física fue el que más nutrientes aportó al fruto del cafeto lo que viene a beneficiar el desarrollo y la producción del mismo.

Una fertilización deficiente en Potasio hace que los frutos de café que han alcanzado su madurez tengan poco peso (IICA/PROMECAFE, 1997).

Tabla 14. Efecto de fertilización orgánica e inorgánica en el peso de 1000 frutos de café cereza, para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1999/2000.

Tratamiento	Peso en kg
Fertilizante químico	1.6 b
Testigo	1.6 b
Fertilizante orgánico	1.64 b
Fertilizante mezcla física	1.81 a
Fertilizante químico más orgánico	1.56 b
Fertilización tradicional	1.72 ab
Fertilizante mezcla física más orgánico	1.67 ab
ANDEVA	*
% CV	6.93

#### 4.2.4. Peso de 1000 granos de café oro (g)

El peso de café oro es la característica más influyente en el rendimiento, además fisiológicamente cuando el cafeto esta en forma de fósforo se alimenta de las sustancias que se encuentra en el grano, por ende si el grano es mas pesado habrá mayor alimento para la chapola y tendrá un mejor desarrollo y crecimiento.

Según los datos analizados, indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, expresando el tratamiento fertilización mezcla física más orgánica el mayor peso con 201.11 g y el tratamiento testigo reflejo el peso más bajo con 170.59 g (Tabla 15).

Las fertilizaciones efectuadas influyen en la variable peso de 1000 granos oro ya que como se mencionó anteriormente una buena fertilización aporta nutrientes que le dan más peso al grano.

**Tabla 15. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el peso de 1000 granos de café oro para un cultivo de cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1999/2000.**

Tratamiento	Peso en gramos
Fertilizante químico	178.11 ab
Testigo	170.59 b
Fertilizante orgánico	181.75 ab
Fertilizante mezcla físico	187.72 ab
Fertilizante químico más orgánico	181.66 ab
Fertilización tradicional	187.04 ab
Fertilizante mezcla física orgánico	201.11 a
ANDEVA	*
% CV	5.37

#### **4.2.5. Rendimiento (kg/ha)**

El rendimiento es la característica más fundamental y deseada en la producción cafetalera.

En el ciclo productivo 1998/1999 los análisis estadísticos realizados no reflejan diferencias significativas entre los tratamientos, pero si numéricamente se puede observar que el tratamiento que mayor rendimiento presentó fue la fertilización mezcla física con 1 587.67 kg/ha y el tratamiento que dio menor rendimiento fue el fertilizante tradicional con 647.58 kg/ha (Tabla 16). En este ciclo las fertilizaciones efectuadas no tuvieron influencia en los rendimientos.

En el ciclo 1999/2000 se puede ver que los tratamientos tuvieron una diferencia estadística significativa en los resultados obtenidos, presentando el tratamiento fertilización mezcla física más orgánica el mayor rendimiento con 1 824.54 kg/ha y el testigo obtuvo el más bajo rendimiento con 811.16 kg/ha. Esto coincide con lo expresado por UNICAFE (1994) que afirma que el mejor sistema de abonamiento para mantener una buena fertilidad del suelo y buenas cosechas es la combinación de los abonos químicos con los abonos orgánicos. Los rendimientos aumentan aun más si se tiene una buena cubierta vegetal.

Además UNICAFE (1996) nos dice que cuando el suelo no tiene el alimento necesario para el desarrollo del cafeto se pierden muchas hojas y la producción es baja. Según INPOFOS (1993), el nitrógeno es el elemento más importante en incrementar el rendimiento, esto reafirma que la fertilización fue importante en los resultados obtenidos en el experimento pero el potasio es el más significativo en estabilizarlo.

Tabla 16. Efecto de fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento de café para un cultivo de cuatro y cinco años de establecido. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclos productivos 1998/1999 y 1999/2000.

Tratamiento	Ciclo 1998/1999	Ciclo 1999/2000
Fertilizante químico	1 130.97 ab	850.40 b
Testigo	1 546.15 a	811.16 b
Fertilizante orgánico	1 272.51 ab	1 204.55 ab
Fertilizante mezcla físico	1 587.67 a	1 210.87 ab
Fertilizante químico más orgánico	1 089.45 ab	1 009.66 ab
Fertilización tradicional	647.58 b	1 052.72 ab
Fertilizante mezcla física más orgánico	1 450.18 ab	1 824.54 a
ANDEVA	NS	*
% CV	18.5	26.47

Se puede observar en la Figura 2 que los tratamientos fertilizante químico, testigo, orgánico, físico, y químico orgánico los rendimientos disminuyen en el ciclo 1999/2000 con respecto al ciclo 1998/1999, pero los tratamientos tradicional y fertilización física orgánica los rendimientos del ciclo 1999/2000 son mayores en comparación con el ciclo 1998/1999, esto puede ser debido al fenómeno de alternancia o fructificación bienal del café el cual dice: que el cafeto adulto, durante el año en que forma una gran cantidad de frutos reduce la formación de nudos en el tallo o en la punta de las ramas viejas, lo cual hace que disminuya la cosecha del año siguiente. Pero al contrario, durante el año en que el cafeto forma gran cantidad de nudos reduce la cosecha y esta aumenta al año siguiente, ese comportamiento

del cafeto implica que durante un año la cosecha es buena y durante otro es regular (ICAFE, 1998).

Se puede afirmar que el sistema de abonamiento para mantener un mejor desarrollo y crecimiento del cafeto es la combinación de fertilización mezcla física más orgánica, debido a que la materia orgánica posee iones con carga negativa que atraen a los cationes con carga positiva de los nutrientes: calcio, magnesio, potasio, sodio, hidrogeno y amonio, lo que hace que resistan a la lixiviación y por lo tanto son mejor aprovechados por la planta. Esto influye en una mayor capacidad del suelo para retener nutrientes y agua.

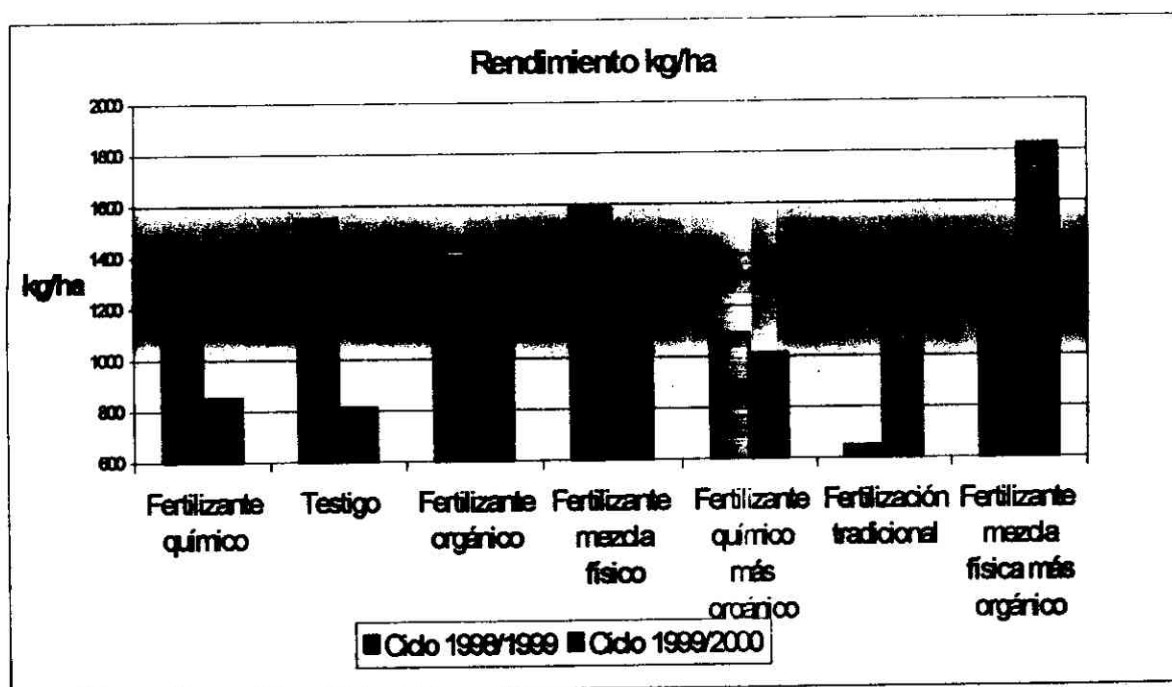


Figura 2 Rendimientos en kg/ha de la finca La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1998/1999 y 1999/2000.

### 4.3. Análisis económico

#### 4.3.1. Análisis de presupuesto parcial

Según CIMMYT (1988), el paso inicial al efectuar un análisis económico de los ensayos en campo es calcular los costos que varían con cada tratamiento, en otras palabras los costos relacionados con los insumos, mano de obra y la maquinaria que varían de un tratamiento a otro. A este análisis económico se le llama análisis de presupuesto parcial.

Los costos variables en este trabajo fueron fertilizaciones aplicadas a cada tratamiento, gastos de cosecha, transporte, beneficiado húmedo y seco y el trillado.

##### 4.3.1.1. Análisis de presupuesto parcial 1998/1999

Los resultados obtenidos en el análisis de presupuesto parcial para el ciclo 1998/1999 muestran que los mayores costos variables se obtuvieron en el tratamiento mezcla física más orgánico y el mayor beneficio neto se obtuvo en el tratamiento testigo (Tabla 17).

**Tabla 17 Análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1998/1999.**

Trat.	Costos Variables US\$	Rendimiento kg/ha	Ajuste 10 %	Rendimiento Ajustado kg/ha	Beneficio Bruto US\$	Beneficio Neto US\$
T <sub>1</sub>	1 024.95	1 130.97	113.10	1 017.87	2 797.50	1 773.80
T <sub>2</sub>	1 019.68	1 546.15	154.62	1 391.53	3 826.25	2 806.57
T <sub>3</sub>	1 344.22	1 272.51	127.25	1 145.26	3 150.00	1 805.78
T <sub>4</sub>	1 278.49	1 587.67	158.77	1 428.90	3 930.00	2 651.51
T <sub>5</sub>	1 502.34	1 089.45	108.95	980.5	2 696.25	1 193.91
T <sub>6</sub>	642.55	647.58	64.76	582.82	1 602.50	959.95
T <sub>7</sub>	1 668.73	1 450.18	145.02.1	1 305.16	3 589.19	1 920.46

T<sub>1</sub>= Fertilización mezcla química

T<sub>2</sub>= Testigo

T<sub>3</sub>= Fertilización orgánica

T<sub>4</sub>= Fertilización mezcla física

T<sub>5</sub>= Fertilización mezcla química más orgánico

T<sub>6</sub>= Fertilización tradicional

T<sub>7</sub>= Fertilización mezcla física más orgánico

#### 4.3.1.2. Análisis de presupuesto parcial 1999/2000

Los resultados obtenidos en el análisis de presupuesto parcial realizado en el ciclo 1999/2000 muestra los mayores costos variables en la fertilización mezcla física más orgánico y el mayor beneficio neto se obtuvo en el mismo tratamiento.

**Tabla 18 Análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1999/2000**

Trat.	Costos Variables US\$	Rendimiento Kg/ha	Ajuste 10 %	Rendimiento Ajustado kg/ha	Beneficio Bruto US\$	Beneficio Neto US\$
T <sub>1</sub>	771.62	850.4	85.04	765.36	2 105.00	1 333.38
T <sub>2</sub>	503.50	811.16	81.12	730.04	2 007.50	1 504.00
T <sub>3</sub>	1 209.35	1 204.55	120.46	1 084.09	2 981.25	1 771.90
T <sub>4</sub>	959.12	1 210.87	121.09	1 089.78	2 996.90	2 037.78
T <sub>5</sub>	1 344.78	1 009.66	100.99	908.69	2 498.90	1 154.12
T <sub>6</sub>	849.26	1 052.72	105.27	947.45	2 605.49	1 756.23
T <sub>7</sub>	1 801.27	1 824.54	182.45	1 642.09	4 515.75	2 714.48

T<sub>1</sub>= Fertilización mezcla química

T<sub>2</sub>= Testigo

T<sub>3</sub>= Fertilización orgánica

T<sub>4</sub>= Fertilización mezcla física

T<sub>5</sub>= Fertilización mezcla química más orgánico

T<sub>6</sub>= Fertilización tradicional

T<sub>7</sub>= Fertilización mezcla física más orgánico

Los resultados de presupuesto parcial en los dos ciclos muestran que el tratamiento mezcla física más orgánica presentó los mayores costos variables.

En cuanto al beneficio neto en el ciclo 1998/1999 el testigo obtuvo el mayor beneficio neto esto obedece a la poca inversión en los costos variables, en el siguiente ciclo (1999/2000), el mayor beneficio neto lo presentó el tratamiento mezcla física más orgánico debido a que en este ciclo se aumentaron los rendimientos en comparación con el ciclo anterior.



#### 4.3.2. Análisis de dominancia

Un tratamiento es dominado por otro tratamiento, cuando tiene mayores costos variables y menores beneficios netos o iguales al tratamiento en comparación.

##### 4.3.2.1. Análisis de dominancia 1998/1999

El análisis de dominancia muestra que existen tres tratamientos dominados estos son: fertilización mezcla química, fertilización orgánica y fertilización mezcla química más orgánica. Los tratamientos no dominados fueron el testigo, fertilización mezcla física y fertilización tratamiento mezcla física más orgánica (Tabla 18).

Tabla 19 Análisis de dominancia a los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia.  
Ciclo productivo 1998/1999.

Tratamientos	Costos Variables	Beneficio neto	Dominancia
	US\$	US\$	
T <sub>6</sub>	642.55	959.95	
T <sub>2</sub>	1 019.68	2 806.57	ND
T <sub>1</sub>	1 024.95	1 773.80	D
T <sub>4</sub>	1 278.49	2 651.51	ND
T <sub>3</sub>	1 334.22	1 805.78	D
T <sub>5</sub>	1 502.34	1 193.91	D
T <sub>7</sub>	1 668.73	1 920.46	ND

T<sub>6</sub>= Fertilización tradicional

T<sub>2</sub>= Testigo

T<sub>1</sub>= Fertilización mezcla química

T<sub>4</sub>= Fertilización mezcla física

T<sub>3</sub>= Fertilización orgánica

T<sub>5</sub>= Fertilización mezcla química más orgánico

T<sub>7</sub>= Fertilización mezcla física más orgánico

#### 4.3.2.2. Análisis de dominancia 1999/2000

El análisis de dominancia muestra que existen tres tratamientos dominados fertilización mezcla química, fertilización orgánica y fertilización mezcla química mas orgánica.

Los tratamientos no dominados fueron la fertilización tradicional, fertilización mezcla física y fertilización mezcla física más orgánica (Tabla 20).

Tabla 20 Análisis de dominancia a los tratamientos evaluados. La Cabaña, Nueva Segovia.  
Ciclo productivo 1999/2000.

Tratamientos	Costos Variables	Beneficio neto	Dominancia
	US\$	US\$	
T <sub>2</sub>	503.5	1 504.00	
T <sub>1</sub>	771.62	1 333.38	D
T <sub>6</sub>	849.26	1 756.23	ND
T <sub>4</sub>	959.12	2 037.78	ND
T <sub>3</sub>	1 209.35	1 771.90	D
T <sub>5</sub>	1 344.78	1 154.12	D
T <sub>7</sub>	1 801.27	2 714.48	ND

T<sub>2</sub>= Testigo

T<sub>1</sub>= Fertilización mezcla química

T<sub>6</sub>= Fertilización tradicional

T<sub>4</sub>= Fertilización mezcla física

T<sub>3</sub>= Fertilización orgánica

T<sub>5</sub>= Fertilización mezcla química más orgánico

T<sub>7</sub>= Fertilización mezcla física más orgánico

Los tratamientos fertilización mezcla química, fertilización orgánica y fertilización mezcla química más orgánico fueron dominados tanto en el ciclo 1998/1999 como en el ciclo productivo 1999/2000.

Como se puede ver en las tablas 19 y 20 los tratamientos, fertilización mezcla física y mezcla física más orgánico resultaron no dominados. Podemos decir que en análisis de dominancia los tratamientos no dominados durante los dos ciclos de evaluación son los que

han demostrado tener un dominio sobre los demás tratamientos evaluados tanto en el aspecto agronómico como en el económico.

#### 4.3.3. Análisis de retorno marginal

Indica el porcentaje de retorno marginal que se obtiene por la inversión realizada o sea que refleja la ganancia que se obtiene por cada unidad monetaria invertida.

##### 4.3.3.1. Análisis de retorno marginal 1998/1999

El análisis marginal realizado a los tratamientos no dominados muestran que el cambiar del tratamiento tradicional a testigo se obtiene una tasa de retorno marginal de 489.65%, esto indica que el hecho de invertir US\$ 377.13 en el testigo sin fertilizar se obtiene una ganancia de US\$ 4.89 dólares por cada dólar invertido (Tabla 21).

Tabla 21 Análisis de retorno marginal de los tratamientos no dominados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1998/1999.

Tratamientos	Costos variables	Costos variables marginales	Beneficios netos	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal
	US\$	US\$	US\$	US\$	%
T <sub>6</sub>	642.55		959.95		
T <sub>2</sub>	1 019.68	377.13	2 806.57	1 846.62	489.65
T <sub>4</sub>	1 278.49	258.81	2 651.51	-155.06	-
T <sub>7</sub>	1 668.73	390.24	1 920.46	-731.05	-

T<sub>6</sub>= Fertilización tradicional

T<sub>2</sub>= Testigo

T<sub>4</sub>= Fertilización mezcla física

T<sub>7</sub>= Fertilización mezcla física más orgánico

##### 4.3.3.2. Análisis de retorno marginal 1999/2000

El resultado del análisis marginal realizado muestra que al cambiar de tratamiento testigo a fertilización tradicional se obtiene una tasa de retorno marginal de 72.95% y al pasar de esta fertilización a mezcla física se obtiene una tasa de retorno marginal de 256.28%, podemos

observar cambiar la fertilización a mezcla física más orgánica se incrementa considerablemente la tasa de retorno marginal obteniendo un 80.35% (Tabla 22).

La tasa de retorno marginal nos indica que al invertir US\$ 345.76 en el tratamiento fertilización tradicional se obtiene una ganancia de US\$ 0.72 dólar por cada dólar invertido al invertir US\$ 109.86 en el tratamiento mezcla física se puede obtener una ganancia de US\$ 2.56 dólares por cada dólar invertido, pero al invertir US\$ 842.15 en una fertilización mezcla física más orgánica obtiene ganancias de US\$ 0.80 dólar por cada dólar invertido.

Tabla 22 Análisis de retorno marginal de los tratamientos no dominados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1999/2000.

Tratamientos	Costos variables	Costos variables marginales	Beneficios netos	Beneficios netos marginales	Tasa de retorno marginal
	US\$	US\$	US\$	US\$	%
T <sub>2</sub>	503.5		1504.00		
T <sub>6</sub>	849.26	345.76	1756.23	252.23	72.95
T <sub>4</sub>	959.12	109.86	2037.78	281.55	256.28
T <sub>7</sub>	1801.27	842.15	2714.48	676.70	80.35

T<sub>2</sub>= Testigo

T<sub>6</sub>= Fertilización tradicional

T<sub>4</sub>= Fertilización mezcla física

T<sub>7</sub>= Fertilización mezcla física más orgánico

El análisis realizado en el ciclo 1998/1999 muestra que desde el punto de vista económico el tratamiento testigo tuvo la mayor tasa de retorno marginal debido a que no se realizaron fertilizaciones y se obtuvieron altas producciones. Esta fertilización no se puede recomendar para el cultivo de café aunque tenga la mayor tasa de retorno, ya que sus rendimientos tienden a disminuir por la falta de fertilización, los altos rendimientos obtenidos son debido a la fertilización realizada en el año anterior.

Los resultados obtenidos en el ciclo 1999/2000 (Figura 3) reflejan desde el punto de vista económico es conveniente realizar una fertilización con mezcla física ya que su tasa de retorno

marginal deja mayores ganancias respecto a la fertilización mezcla física más orgánico, en donde se obtienen los mayores rendimientos (Tabla 16), pero los ingresos son mínimos (Tabla 22).

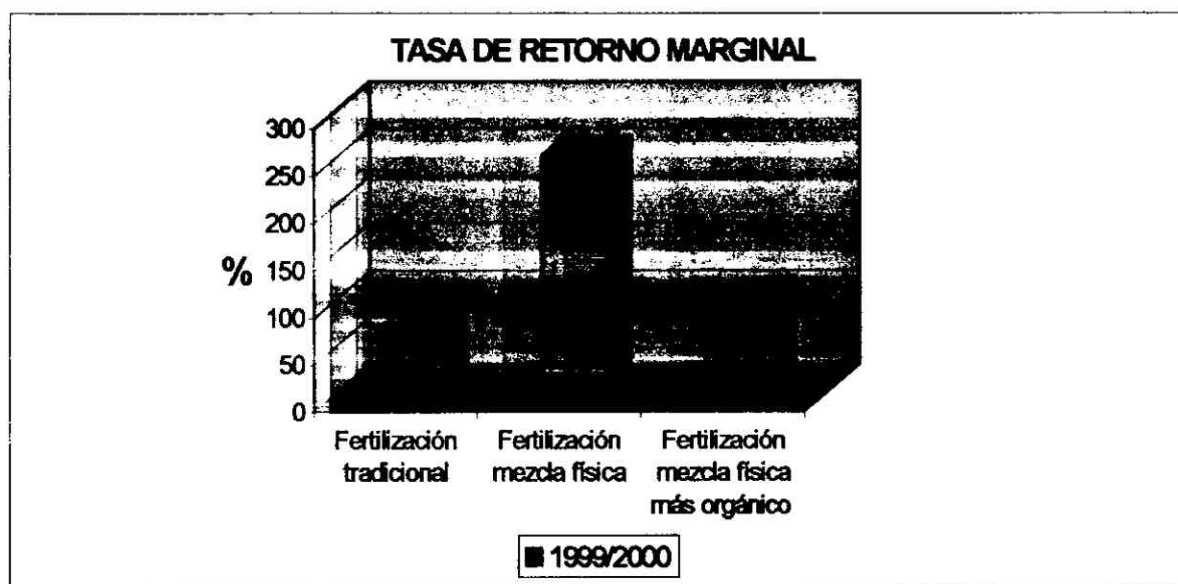


Figura 3 Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados. La Cabaña, Nueva Segovia. Ciclo productivo 1999/2000.

## **V. CONCLUSIONES**

- ◆ Los tratamientos aplicados no tuvieron influencias significativas en las variables: altura, número de bandolas productivas, número de bandolas no productivas, número de ramas secundarias y longitud de bandolas, pero se obtuvo una influencia significativa de las fertilizaciones sobre el número de hojas por bandola, reflejando el mayor promedio el tratamiento mezcla física más orgánico.
- ◆ Descriptivamente la fertilización mezcla física más orgánico se comportó superior a los otros tratamientos en las variables de desarrollo y crecimiento, además se observa que este tratamiento fue mejor en cuanto al peso de café oro y rendimiento kg/ha en el ciclo 1999/2000.
- ◆ Las fertilizaciones aplicadas tienen influencia significativa sobre el peso de 1000 frutos de café cereza encontrándose los mejores resultados en el tratamiento mezcla física.
- ◆ En la variable peso de 1000 granos de café oro las fertilizaciones tuvieron influencias significativas reflejando el mejor peso el tratamiento mezcla física más orgánico y el menor fue el tratamiento testigo.
- ◆ Desde el punto de vista económico el tratamiento mezcla física obtuvo la mayor tasa de retorno marginal en el ciclo productivo 1999/2000.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ♦ Realizar fertilizaciones combinando mezcla física más orgánica en diferentes niveles para determinar cual es la más apropiada para obtener buenas cosechas y de esta manera recomendarla a los productores.
- ♦ Es conveniente que el productor realice un manejo de fertilización tomando en cuenta el margen de ganancias que se obtenga al pasar de una alternativa a otra.
- ♦ Realizar estudios de este tipo por varios años para obtener resultados aún más concluyentes sobre el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el cultivo del cafeto.

## VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**AGUILAR, V.** 2000. Docente de la Universidad Nacional Agraria. Comunicación Personal.

**ANACAFE.** 1991. Manual de caficultura. Editor Sub-Gerencia de Asuntos Agrícolas.  
Guatemala, CA.234 Pág.

**ANACAFE.** 1998. Manual de Caficultura. Tercera Edición. Guatemala.327 Pág.

**BLANCO, M.** 1984. Cultivos Industriales. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.  
Facultad de Ciencias Agropecuarias. Editorial Pueblo y Educación de Cuba para el  
C.N.E.S. Managua, Nicaragua 211 Pág.

**CATIE.** 1982. Algunos aspectos sobre la fisiología de crecimiento y desarrollo del cafeto.

**CIMMYT.** 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un  
manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada.  
México, D. F. México: CIMMYT. 79 p.

**CORRALES, C.; CHEVEZ, O.** 1993. Efecto del cultivo intercalado de frijol (*Phaseous vulgaris* L.) en diferentes épocas de siembra sobre las malezas y el cafeto (*Coffea arabica* L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Managua .61 Pág.

**COSTE, R.** 1969. El Café. Primera Edición. San José, Costa Rica. 285 Pág.

**ESLAQUIT, Y.S.** 1990. Efectos de diferentes manejos en calles y bandas sobre la cenosis de las malezas, en el crecimiento y primer rendimiento del café (Tesis para Ingeniero Agrónomo). Managua, Nicaragua. 72 Pág.

**GUEVARA, F.** 2000. Director de UNICAFE-Ocotol. Comunicación personal.



**HAARER, A.E.** 1969. Produccion moderna de café. Segunda Edición. Editorial Revolución, La Habana. 652 Pág.

**ICAPE.** 1998. Manual de Recomendaciones para el cultivo del café. 1era. Heredia, Costa Rica. 193 Pág.

**IICA/PROMECAFE.** 1997. Simposio Latinoamericano de Caficultura. Memorias 1era Edición. San José, Costa Rica. Pp. 263-264.

**INETER.** 2000. Datos de las precipitaciones y temperatura de la estación meteorológica de Los Planes, Dipilto. Año 1998 y 1999.

**INFOFOS.** 1993. Diagnóstico del estado nutricional de los cultivos. Quito, Ecuador. 55 Pág.

**MAG.** 1990. Informe de Planificación y Estadística. Managua, Nicaragua. 78 Pág.

**MORALES, D.** 1981. Efecto de diferentes niveles de humedad en el suelo sobre el rendimiento y crecimiento de cafetos. Cultivos Tropicales. INCA, Cuba. Pp 65.

**PROMECAFE.** 1996. Guía para la Caficultura Ecológica. Café Orgánica. Lima, Perú. 168 Pág.

**TALAVERA, T.** 1999. Manual de fertilidad y fertilización de Suelos. Managua, Nicaragua. 84 Pág.

**UNICAFE.** 1994. Revista El Caficultor. Año 2. # 8. Managua, Nicaragua. Pp.23-24.

**UNICAFE.** 1996. Manual de Caficultura de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 242 Pág.

**UNICAFE.** 1998. Revista El Caficultor. Año 5. # 21. Managua, Nicaragua. Pág. 17.

# ANEXO

## VIII. ANEXOS

### Anexo.1 Metodología utilizada para realizar el estimado de producción

# PLANTA	ESTRATOS DE LA PLANTA			PROMEDIO	BANDOLAS	# FRUTOS/PLANTA
	Superior	Medio	Inferior			
1	26	79	18	41	52	2 132
2	19	46	12	26	37	962
3	27	71	6	35	44	1 540
4	27	92	13	44	43	1 892
5	11	40	7	19	32	608
6	18	57	14	30	30	900
						1 339

$$1\ 339 * 4000 / 200 / 548 = 48.8 \text{ qq/mz}$$

1 339 = Promedio de numero de frutos por planta

4 000 = Número de plantas en una manzana, de acuerdo a la distancia de siembra

548 = Factor de conversión de uva a qq/oro

### Anexo 2. Metodología para realizar el recuento de enfermedades

# Planta	# Hojas por estratos de la planta			Total	Incidencia de Roya			Porcentaje
	Superior	Medio	Inferior		Superior	Medio	Inferior	
1	13	15	6	34	0	5	1	17.6
2	12	10	6	28	2	0	0	7.14
3	11	7	6	24	1	1	1	12.5
4	16	6	5	27	1	1	0	7.4
5	18	13	5	36	1	1	1	8.3
6	16	11	11	38	0	1	1	5.26

Porcentaje de enfermedades se obtiene del promedio de los porcentajes = 9.7 %